

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 59-172617

(43)Date of publication of application : 29.09.1984

(51)Int.Cl.

G02B 21/06

G02B 21/36

G03B 7/20

G03B 15/03

(21)Application number : 58-047649

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 22.03.1983

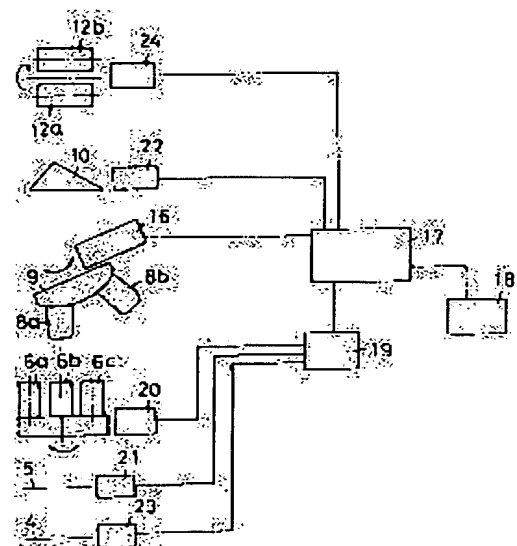
(72)Inventor : KAWASAKI MASAMI  
NAITO MASAYUKI

## (54) MICROSCOPE EQUIPPED WITH AUTOMATIC CONTROL TYPE OPTICAL LIGHTING SYSTEM

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To facilitate operation and to prevent simultaneously misoperation by controlling automatically each element of an optical lighting system to obtain a proper value corresponding to a detected objective.

**CONSTITUTION:** A revolver control part 16 inputs data on the objective 8a to a CPU17, which reads the magnification and numerical aperture of the objective to insert an optimum condenser 6 into an optical path. At the same time, an aperture stop 5 and a field stop 4 are adjusted in size to optimum values. Further, a combination of an ND filter and brightness is set on the basis of the data on the objective according to the state of a sample. Thus, the switching of the condenser lens, adjustment of the stops, and driving of the ND filter are completed during the rotation of a revolver.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑬ 日本国特許庁 (JP)

⑭ 特許出願公開

⑯ 公開特許公報 (A)

昭59—172617

⑪ Int. Cl.<sup>3</sup>  
G 02 B 21/06  
21/36  
G 03 B 7/20  
15/03

識別記号

庁内整理番号  
7370—2H  
7370—2H  
7542—2H  
8007—2H

⑬ 公開 昭和59年(1984)9月29日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 12 頁)

⑭ 自動制御式照明光学系を備えた顕微鏡

⑮ 発明者 内藤正幸

⑯ 特 願 昭58—47649

東京都渋谷区幡ヶ谷2の43の2  
オリンパス光学工業株式会社内

⑰ 出 願 昭58(1983)3月22日

⑰ 出 願 人 オリンパス光学工業株式会社

⑱ 発 明 者 川崎正美

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番  
2号

東京都渋谷区幡ヶ谷2の43の2  
オリンパス光学工業株式会社内

⑲ 代 理 人 弁理士 篠原泰司

明 細 書

1. 発明の名称

自動制御式照明光学系を備えた顕微鏡

2. 特許請求の範囲

対物レンズの倍率及び種別のデータ入力部と、光路に挿入された対物レンズを検出する検出手段と、複数個の対物レンズデータを記憶する記憶部と、電気的に制御し得る調光部、開口絞り、視野絞り、コンデンサーレンズ等の照明光学系要素のための駆動制御部とを含んでいて、該検出手段により検出された対物レンズに対応して記憶部から読み出された対物レンズデータに基づいて各照明光学系要素が自動的に適正值に制御されることを特徴とする、自動制御式照明光学系を備えた顕微鏡。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、自動制御式照明光学系を備えた顕微鏡に関する。

一般に顕微鏡の光学的性能を決定する最大要因は対物レンズ自体の光学的性能であるが、この対

物レンズに入射する照明光が適切でないと、対物レンズの性能が十分に活かされ得ない。従つて、高性能顕微鏡の場合、照明光学系のコンデンサーレンズの切換や開口絞り、視野絞りの調整等によつて、対物レンズの変換に伴つて照明光を適正に補正することが必要である。ここでコンデンサーレンズの切換は、視野と開口数の両方を満たさなければならぬので極低倍から高倍までの照明をするためにステップ切換やズーム式切換により行なわれる。また開口絞りは、開きすぎると物体像のコントラストが低下し絞りすぎると解像力が低下するが一般的には対物レンズの瞳よりやや絞り込んだ程度が最良とされており、写真撮影時には観察時より少し絞り込んだ方がよい結果が得られる。さらに視野絞りは、絞り込んだ方が中心のコントラストが向上するので、視野がケラレない程度にできるだけ絞り込まれる。視野の明るさも使用される対物レンズの倍率や照明光学系により大きく変化してしまうので、光源電圧の調整やNDフィルターの挿入によつて調光が行なわれなけれ

ばならない。かくして使用する顕微鏡の性能を活かすためには、上記のような複雑で且つ面倒な操作が対物レンズの交換の度に必要になる。尚、先行技術としては特公昭55-44923号公報による「ケーレル装置を使用した透過型光学顕微鏡照明装置」があるが、これは対物レンズの交換と照明レンズ系の連動のみを行なうものであり、顕微鏡全体の操作の簡略化には殆ど貢献しない。

本発明は、以上の点に鑑み、対物レンズの倍率変換や光路切換に伴う一連の複雑な操作を必要とする顕微鏡に対して、照明倍率の切換、開口絞りや視野絞りの調整、照明光の明るさ調整、コンデンサーレンズの切換等を自動化して操作を簡略化し、同時に操作ミスを防止するようにした顕微鏡を提供することを目的としており、本発明によれば、対物レンズの倍率及び種類のデータ入力部と、光路に挿入された対物レンズを検出する検出手段と、複数個の対物レンズデータを記憶する記憶部と、電気的に制御し得る調光部、開口絞り、視野絞り、コンデンサーレンズ等の照明光学系要素の

ための駆動制御部とを含んでいて、該検出手段により検出された対物レンズに対応して記憶部から読み出された対物レンズデータに基づいて各照明光学系要素が自動的に適正值に制御されることを特徴とする自動制御式照明光学系を備えた顕微鏡により前記目的が達成され得る。

以下図面に基づき本発明の概略について説明する。第1図は本発明の基礎となる顕微鏡の光学系を示しており、1は例えばハロゲンランプの如き光源、2はコレクターレンズ、3は光源1の色温度を変えずに調光するためのNDフィルター、4は視野絞り、5は開口絞り、6は光路中に選択的に挿入され得る複数のユニット6a、6b、6cから成るコンデンサーレンズ、7はステージ、8は各々レボルバー9に取り付けられたユニット8a、8bから成る対物レンズである。ここで選択された対物レンズ8a、8bの倍率により、コンデンサーレンズ6a、6b、6cが選定され、光路に挿入された対物レンズ及びコンデンサーレンズに基づき視野絞り4及び開口絞り5の絞り径が調整

される。10は光路中に挿脱可能に配設された観察プリズムで挿入状態においては接眼レンズを介して観察が行なわれ得、退避状態では反射プリズム11、撮影レンズ12、ハーフミラー13、反射ミラー14を通り再び接眼レンズを介して観察が行なわれ同時に写真撮影が行なわれるようになっている。ここで、撮影レンズ12は光路中に選択的に挿入可能な複数のユニット12a、12bから成る。次に第2図には第1図の光学系を有する顕微鏡の制御システムのブロック図が示されている。16はレボルバー制御部で、レボルバーの穴位置を検出することまたは対物レンズ外調の表示を直接読み取る等の方法により光路中に挿入されている対物レンズのデータを読み出す。対物レンズのデータとしては倍率の他に例えば同倍率で開口数の異なる対物レンズが使用される場合(アクロマートとアポクロマートとがあるような場合)には開口数も含まれ得る。17はCPU、18は記憶装置、19は演算装置、20はコンデンサーレンズ制御部、21は開口絞り制御部、22は観察

プリズム制御部、23は視野絞り制御部、24は撮影レンズ制御部である。

このように構成された光学系と制御システムを有する顕微鏡について次に制御システムの動作について説明する。先づレボルバー制御部16により光路中に挿入された対物レンズ8aのデータが読み出され、その信号がCPU17に入力される。CPU17において、入力されたデータ信号により、記憶装置18から予め入力されている対物レンズの倍率及び開口数が読み出され、演算装置19に入力される。ここで各制御部16、20、21、22、23、24に出力すべき信号の演算が行なわれる。例えば照明倍率の切換については、挿入されている対物レンズの倍率によつてコンデンサーレンズ6a、6b、6cのうちのどれが光路中に挿入されるべきかが決定されて、コンデンサーレンズ制御部20に信号が出力され、選択された最適なコンデンサー6a、6bまたは6cが光路中に挿入される。開口絞りの大きさは、対物レンズの開口数とコンデンサーレンズの焦点距離の関数

であるから演算装置19内で計算されて、開口絞り制御部21に信号が出力され、最適値に調整されるが、絞り込み係数は一般には対物レンズの瞳の70〜80%が適当とされ、さらに写真撮影時は観察時よりもやや絞り込んだ方がよい像が得られるため、観察プリズム制御部22から光路が観察状態にあるか写真撮影状態にあるかの信号がCPU17に入力され、~~とれている~~ことにより、絞り込み係数が補正され得る。視野絞りの大きさは、対物レンズの倍率とコンデンサーレンズによる絞り像の投影倍率の関数であるから同様に計算されて、視野絞り制御部23に信号が出力され、最適値に調整されるが、観察の場合には観察プリズム10が挿入位置にあることを検知して即ち観察プリズム制御部22からの信号に基づいて接眼レンズの視野にほぼ外接する大きさに調整され、また写真撮影の場合には撮影レンズ制御部24で挿入されている撮影レンズの倍率を検知してCPU17に信号が入力されることにより、光路中に挿入された撮影レンズの視野にほぼ外接する大きさに調

整される。尚、NDフィルター3の制御は公知の方法で演算装置19からの出力信号に基づいて行なわれる。また開口絞り5及び視野絞り4の絞り込み係数は標本の状態に応じて変更した方がよい場合もあるため手動操作も可能になっている。この場合、絞りの大きさを変更すると、そのときの絞り込み係数が記憶され対物レンズの倍率を変えた際にも同じ絞り込み係数に絞りの大きさが調整され得る。さらに明るさについても、観察者の好みや標本の状態に応じて変更され得るように、手動操作可能になっている。かくして制御システムの動作は完了するが、倍率変換の終了後にこれらの動作が行なわれると明るさや像の過渡状態が観察者に不快感を与えることになるので、コンデンサーレンズの切換、絞りの調整及びNDフィルターの駆動はレボルバーの回転動作中に完全に実施されるようになっている。

以上が本発明の概要であるが、次に本発明の一実施例を図面に基づき詳しく説明する。

第3図は本発明による顕微鏡の制御装置50を

示しており、51はCPU、52はバッテリー、53により電源遮断時にバックアップされるRAM、54はプログラムメモリとしてのROM、55は演算精度及び時間短縮のために使用される演算器、56は制御装置50のコントロールを外部から行なり外部制御装置57のためのインターフェース、58は写真撮影装置59のためのインターフェース、60は光路切換やレボルバー等のすべての駆動部とCPU51とのデータ及び信号の受渡しを行なりI/Oポート、61は自動焦点合せのための一次元イメージセンサを使用した撮像素子、62は撮像素子61の駆動回路、63はA/D変換器、64は操作スイッチ及び表示器を含む操作パネルで、対物レンズに関するデータの入出力信号、各駆動部への切換信号等をインターフェース65を介してI/Oポート60に入出力する。66は写真撮影用接眼レンズ67を切換えるための駆動部、68は観察系と写真撮影系に光路を切換えるビームスプリッタ69の駆動部で、同時に光路が何れであるかを検出し得る。70はレボルバー71を回転

させる対物レンズ切換駆動部で、同時にレボルバーの位置を検出し得る。72はステージ73を上下動させる焦準ステージ駆動部、74はコンデンサーレンズ75を対物レンズの倍率に応じて切換える切換駆動部、76は開口絞り77の絞り径を制御する制御駆動部、78は視野絞り79の絞り径を制御する制御駆動部、80は調光のために使用するNDフィルターユニット81を切換駆動する切換駆動部、82は光源83を調光するための調光回路、84は自動焦点合せのために使用される臨分割用チョツパ85のための駆動部である。第4図は操作パネル64の一例を示しており、86は操作パネル、87は対物レンズの倍率及び種別(SPLAN, SPLAN APO, DPLAN等)を入力するためのスイッチ、88は対物レンズの倍率表示器、89は対物レンズの種別表示器、90は光路を観察系、写真撮影光学系等に切換えるためのスイッチ、91は使用状態に切換えられている光路の種別を示す表示器、92、93は各々視野絞り79、開口絞り77を手動により適当な絞り径に調整するため

のスイッチ、94は調光用のNDフィルター81を切換えるためのスイッチ、95は写真撮影用接眼レンズ67の倍率切換スイッチ、96は写真撮影用接眼レンズの倍率表示器、97は基準ステージ駆動のためのスイッチ、98はレボルバー起動スイッチ、99は自動焦点合せ起動スイッチである。

本実施例は以上のように構成されており、最初に対物レンズのデータセット及びそれに関連する動作について説明する。

ここで一例としてレボルバー71の光路上に対物レンズSPLAN 10Xが切換挿入されている場合について説明すれば、操作パネル86上においてスイッチ87により倍率10X、種別SPLANを選択しセット入力すると、この情報はインターフェース65及びI/Oポート60を介してCPU51に入力される。CPU51はレボルバー71の光路上の対物レンズ位置を対物レンズ切換駆動部70により読み出し、そのレボルバー位置と操作パネル86からの情報とにより対物データテーブル100

(第5図)を作成しRAM52に記憶させる。この対物データテーブル100は、レボルバー位置データに対応して対物レンズの倍率及び種別を含み、第5図の場合六ヶ所のレボルバー位置に関して対物データテーブル100が作成されるようになっている。そしてCPU51は常に対物データテーブル100をモニターして次の演算及び制御を行なう。即ちCPU51は対物データテーブル100により第6図のテーブルからコンデンサーレンズ75の倍率を決定してコンデンサーレンズ切換駆動部74へ切換データを出力し、適正なコンデンサーレンズへの切換が行なわれる。ここでコンデンサーレンズ70は対物レンズの倍率によつて三段階に切換えられる。その後、さらに最良の観察条件を設定するために、対物データテーブル100から照野絞り79、開口絞り77の絞り径が決定されるが、先づ照野絞り79の絞り径の求め方を説明する。照野絞りの絞り径 $d_1$ は次式により演算される。

$$d_1 = \frac{FNO. (視野数)}{\text{対物レンズ倍率} \times FS \text{ 投影倍率}} \times K1 \dots \textcircled{1}$$

ここで、FNO.(視野数)は第7図のテーブルに示されているように光路が観察系(B1)であるかまたは写真撮影系(FK)光路における写真撮影用接眼レンズ67の倍率により決まり、FS投影倍率は前出の第6図のテーブルに示されているようにコンデンサーレンズ75の倍率により決まる。またK1は視野に対する比率で、K1=1ならば①式で演算された値 $d_1$ は視野外接の絞り径を与えるが、本実施例では対物レンズのデータセット時及び電源投入時はK1=1として照野絞り79の絞り径 $d_1$ が決定されるようになっており、従つて光路が観察系であつても写真撮影系であつても照野絞りは常に①式により視野外接の絞り径 $d_1$ に設定されることになる。次に開口絞り77の絞り径 $d_2$ は次式により演算される。

$$d_2 = NA \times 2 \times f \times K2 \dots \textcircled{2}$$

ここでNAは第6図のテーブルに示したように対物レンズの倍率及び種別により決まる開口値、fは同様に第6図のテーブルから求められるコンデンサーレンズ75の焦点距離である。またK2は

随径に対する比率で、K2=1ならば②式から得られた値 $d_2$ は随径の100%の絞り径を与えるが、本実施例では対物レンズのデータセット時及び電源投入時はK2=0.8として開口絞り77の絞り径 $d_2$ が観察時に最適とされている対物レンズの随径の80%に初期設定されるようになっていゝ。尚、第6図及び第7図のテーブルはROM54に記憶されている。ここで対物レンズがSPLAN 10Xで光路が観察系である場合、自動設定される各絞り径 $d_1$ 、 $d_2$ は以下のように演算される。第6図及び第7図のテーブルよりFNO.=28、FS投影倍率=0.133が得られまたK1=1とすれば①式より $d_1 = \frac{28}{10 \times 0.133} \times 1 \div 21.1 \text{ (mm)}$ となり同様にして第6図のテーブルからNA=0.3、f=12が得られまたK2=0.8とすれば②式から、 $d_2 = 0.3 \times 2 \times 12 \times 0.8 \div 5.8 \text{ (mm)}$ が求められる。以上の演算はCPU51及び演算器55によつて行なわれ、その演算結果により照野絞り制御駆動部78及び開口絞り制御駆動部76を介して照野絞り79及び開口絞り77が前記絞

り径  $d_1, d_2$  に設定される。第8図は照野絞り79または開口絞り77の制御を示すブロック図であり、110はD/A変換器、111, 112はアンプ、113はモータ駆動回路、114はモータ、115はギヤを介してモータ114により開閉される絞り機構、116は絞り機構115の位置をギヤにより検出するポテンシオメータである。前述のように演算された絞り径は、デジタル変換されるが、ここで8ビットのデジタル変換を行なう場合絞り径の範囲を0～34mmとすると、

$$\begin{aligned} D/A \text{ データ} &= \text{照野絞り径} \times 7.5 \\ \therefore D/A \text{ データ} &= \frac{FNo. (\text{視野数})}{\text{対物レンズ倍率} \times \text{FS投影倍率}} \times K1 \times 7.5 \end{aligned} \quad \text{..... ③}$$

となるから、分解能は0.13mm/ビットとなる。8ビットにデジタル変換されたデータはCPU51からI/Oポート60を介してD/A変換器110に入力され、ここでアナログ信号に変換されアンプ111により増幅されてモータ駆動回路113によつてモータ114を駆動する。従つて絞り機構115が開閉され得るが、その位置がポテンシオメータ116により常にモニターされアンプ112を介してアンプ111にフィードバックされているので、所定の絞り径に制御され得る。

としたときの光量比、Obは第12図で示されているように対物レンズの倍率及び種別から参照する光量比であり対物レンズSPLAN 10×を基準として1にとつている。LAは対物レンズSPLAN 10×、光量比ND=1、明るさ比AS=1、Biは100%の光路における像面照度であり、本実施例ではLA=189lxを定数として使用する。この状態で像面照度Lを常に0.5～1lxの範囲に維持するには、 $L = 0.5 \times \sqrt{2} \times 2^{\pm \frac{1}{2}} = 0.707 \times 2^{\pm \frac{1}{2}} (lx)$

なる目標値により④式から

$$L = 189 \times 0.64 \times ND \times Ob \times Bi$$

$$= 0.707 \times 2^{\pm \frac{1}{2}}$$

$$\text{従つて } ND = \frac{0.707}{189 \times 0.64 \times Ob \times Bi} = \frac{5.84 \times 10^{-3}}{Ob \times Bi} \quad \text{⑤}$$

が得られ、NDフィルターの光量比の目標値が与えられる。ところで、NDフィルターユニット120は4枚のNDフィルターの組合せで構成されているので、⑤式によるNDの目標値は  $2^{\pm \frac{1}{2}}$  の

次に対物レンズデータセット時に観察に対して最適な明るさにするための自動設定の動作について説明する。

観察光の像面における照度Lは次のように表わされる。

$$L = LA \times ND \times AS \times Ob \times Bi \quad (lx) \quad \text{④}$$

ここでNDは例えば第9図に示されているような複眼枚(ここでは4枚)のNDフィルターND0, ND1, ND2, ND3の組合せにより透過率を変更するようにしたNDフィルターユニット120(実施例57-34645号)によつて与えられる光量比で、各NDフィルターがモータ121により駆動されるカム122によりレバー123を介して光路に挿脱されることにより第10図に示すように11段階に制御され、第9図ではND0及びND2が光路中に挿入されており第10図より光量比ND=1/16が与えられている。ASは開口絞り77の明るさ比で、順位の8.0%を標準値とすると明るさ比ASは  $0.8^2 = 0.64$  となる。Biは第11図に示されているようにBi100%の光路を1

分解能で与えられなければならない。そこで⑤式において  $2^{\pm \frac{1}{2}}$  を底とする対数をとると、

$$\log_a ND = -30 - \log_a Ob - \log_a Bi \quad \text{⑥}$$

となる。従つて実際のNDフィルターの組合せを求めるためには、第12図のテーブルから対物レンズに対応して  $\log_a Ob$  を求め、また第11図のテーブルから  $\log_a Bi$  を求めて⑥式より  $\log_a ND$  が得られる。かくしてこの  $\log_a ND$  に対応して第13図に示されているテーブルに基づき光量比NDが得られ、この光量比NDを与えるようなNDフィルターの制御が第10図に従つてNDフィルター切換駆動部80により行なわれる。尚、第10図乃至第13図のテーブルは必要に応じて読み出されるデータとしてROM54に記憶されている。ここで、対物レンズSPLAN 10×、Bi 2.0%の光路の場合には第11図及び第12図より  $\log_a Bi = -9$ ,  $\log_a Ob = 0$  となり⑥式から

$$\log_a ND = -30 - 0 - (-9) = -21$$

が得られ、第13図のテーブルよりND=1/32となり、第10図のテーブルによればND0及びND3

が光路に投入されれば適正な明るさが得られる。従つてCPU51はNDフィルター切換駆動部80に信号を出力してNDフィルターND0及びND3を光路内に挿入せしめ、観察系の明るさが最適に而も一定に設定される。

かくして、対物レンズのデータセット時の一連の関連動作が行なわれるが、複数の対物レンズのデータセットをする場合各対物レンズについて上記動作が行なわれる。また一度セットされた対物レンズのデータは第5図の対物データテーブル100としてレボルバー位置と共にRAM52に記憶され、RAM52はバッテリー53により電源遮断時にもバックアップされているので、最初一回だけセット操作すればよい。さらに、対物データテーブル100が記憶されているから、例えばレボルバー71を切換えると、そのレボルバー位置が検出され、対物データテーブル100により対物レンズの倍率及び種別が読み出され、CPU51が前述の如く演算した値ROMに記憶されたテーブルのデータを参照して自動的に最適なコ

ンデンサーレンズ75、照野絞り79及び開口絞り77の絞り径、NDフィルターユニット81の組合せを決定して各駆動部に信号を出力し自動設定を行なう。尚、対物レンズの切換時だけでなく、観察系(Bi)光路の切換、写真撮影用接眼レンズ67の切換等の場合にも全く同様に上記自動設定が行なわれるので、観察者は顕微鏡の複雑な操作から解放され且つ操作ミスのない換装を行なうことができる。

以上のようにデータセット及びその関連動作が行なわれた後に、自動焦点合せのための光学系バックグラウンドデータが入力されるが、これはステージ73の試料面に何も映かない状態で撮像素子61に投影される像の照明ムラ及び光学系のムラ並びに撮像素子61に固定的に存在するノイズパターンを自動焦点合せに対して補正するために行なわれる。而もこの補正データ入力シーケンスはRAM52の対物データテーブル100により最適の投影像データとして入力するようにNDフィルターユニット81、照野絞り79、開口絞り

77のデータを設定する。顕分割用チョップ85により顕分割された二つの投影像データA、Bは撮像素子61により第14図の如く得られ、このデータが補正データとして使用される。ここでx軸は撮像素子のピットをy軸は撮像素子の各ピットの出力信号即ち光量を示している。このデータに基づき各ピットの補正係数を求めると、補正データA、Bに対する補正係数A'、B'は第15図のように表わされ、該補正係数A'、B'をRAM52に入力して対物データテーブル100と対比させることにより、レボルバー71に接続される対物レンズの各々についての補正係数を順次RAM52に記憶させて、自動焦点合せの際に撮像素子61からの投影像データが入力されるときに該投影像データを補正係数演算して、投影像データの精度が向上せしめられる。この補正データ入力シーケンスの後、NDフィルター81、照野絞り79、開口絞り77は各々観察に対して最良の条件を示すように決定された前述の値に設定される。

対物レンズのデータセット及びそれに関連する

動作は以上のように行なわれるが、これをまとめると第16図のフローチャートに示す通りである。

次に絞り及び明るさが観察者により手動操作で任意に設定される場合について説明する。

照野絞り、開口絞り、明るさ設定のためのNDフィルターは前述の如く対物レンズデータセット時及び電源投入時には初期値(代装値)に設定される。この場合、照野絞り79は①式において $K1=1$ として視野外溢に、開口絞り77は②式において $K2=0.8$ として順位の80%に、NDフィルターは③式において定数を-3.0として露出での明るさを0.5~1.2xに、各々設定される。このように初期値の設定が行なわれた後に、手動操作が行なわれる。

先づ、照野絞り79の手動操作による補正シーケンスを説明すれば、第4図の操作パネル86のスイッチ92により信号が入力されると、第3図において操作パネル64からインターフェース65、I/Oポート60を介してCPU51に信号が送られる。CPU51はスイッチ92が押され続けた



特開昭59-172617(7)

いるか否かをモニターしながら時間管理しつつデジタルデータを1/Oポート60を介してD/A変換器110(第8図)に出力する。第17図はスイッチ92のON時間とD/Aデータの出力との関係を示しており、D/Aデータを時間に対して指数関数的に変化させることによりスイッチONから数秒間は高分解能での制御を可能にしさらにON時間が経過すると急速に絞りの開閉を行ない得るという人間の操作に対応した制御がなされる。本実施例では全閉から全開またはその逆の絞り駆動の所要時間を約5秒とし、スイッチ92のON直後の分解能を1ビット/0.3秒に設定している。ここで手動操作による補正係数の求め方を説明すれば、スイッチ92が押されたとき、

- 1) 予めRAM52に記憶されているD/Aデータを直接変化させ出力する。(変化量は第17図に示された時間との関係による。)
- 2) ③式におけるK1の値を1で変化させたD/Aデータから逆算し、得られたK1をRAM52に記憶させて、これ以後、すべての演算におい

次に、開口絞り77の手動操作による補正シーケンスは、照野絞り79の場合と全く同様である。このときの補正係数の求め方も基本的には同様である。開口絞り77の絞りの分解能を0.1mm/ビット、D/Aデータと絞りの関係を

$$D/Aデータ = \text{開口絞りの絞り径} \times 10$$

とすれば②式より

$$D/Aデータ = NA \times 2 \times f \times K2 \times 10 \quad (8)$$

となり、照野絞りと同様に手動操作による補正係数は次のようにして求められる。スイッチ93が押されると

- 1) 予めRAM52に記憶されているD/Aデータを直接変化させ出力する。(変化量は第17図に示されたと同様の時間との関係による。)
- 2) ⑤式におけるK2の値を1で変化させたD/Aデータから逆算し、得られたK2をRAM52に記憶させて、これ以後すべての演算においてこのK2の値を使用することにより、対物レンズ切換時及び光路切換時には補正された比率を維持しながら絞り径が決定される。

てこのK1の値を使用することにより、対物レンズ切換時及び光路切換時には補正された比率を維持しながら絞り径が決定される。

このときK1は次のようにして求められる。K1=1のときの照野絞り79の絞り径(視野外径)のデータをFULLFS(ビット)とすれば

$$FULLFS = \frac{FNo}{\text{対物レンズ倍率} \times PS投映倍率} \times 7.5$$

となり、D/Aデータを1ビット変化させたときの係数K1の変化分をΔK1とすれば

$$\Delta K1 = \frac{1}{FULLFS}$$

である。従つてD/Aデータをnビット変化させたときの係数K1は次式で与えられる。

$$K1 = K1 + (\Delta K1 \times n) \quad (9)$$

但しnは操作パネル86のスイッチ92の「開」または「閉」の選択によりプラスまたはマイナスの値としてCPU51により認識される。かくして照野絞り79の手動操作による補正及びその比率の維持が行なわれ得る。

このときK2は次のようにして求められる。K2=1のときの開口絞り77の絞りの径(順径に対して100%)のデータをFULLAS(ビット)とすれば、

$$FULLAS = NA \times 2 \times f \times 10 \quad (10)$$

となりD/Aデータを1ビット変化させたときの係数K2の変化分をΔK2とすれば、

$$\Delta K2 = \frac{1}{FULLAS}$$

である。従つてD/Aデータをnビット変化させたときの係数K2は次式で与えられる。

$$K2 = K2 + (\Delta K2 \times n) \quad (11)$$

但しnは操作パネル86のスイッチ93の「開」または「閉」の選択によりプラスまたはマイナスの値としてCPU51により認識される。ここで開口絞り77の手動操作を実例により説明する。

- 1) 対物レンズSPLAN 4xでデータセットした場合、第6図のテーブルよりNA=0.13, f=61.5が読み出され⑩式より

$$FULLAS = 0.13 \times 2 \times 61.5 \times 10 = 159.9 (\text{ビット})$$

となり、⑥式において初期値  $K_2 = 0.8$  を入れると、

$$D/Aデータ = 15.99 \times 0.8 \approx 12.8 \text{ (ビット)}$$

が得られ、D/A変換器110に出力されると共にRAM52に記憶される。尚、このとき開口絞り77の絞り径は12.8mmに設定される。

- 2) この状態から手動操作によりスイッチ93で5ビット分だけ絞ると、RAM52から前記D/Aデータが読み出され

$$D/Aデータ = 12.8 - 5 = 7.3 \text{ (ビット)}$$

なる演算が行われ、この補正されたD/AデータがD/A変換器110に出力され、開口絞りの絞り径が7.3mmに設定される。またこのときの係数  $K_2$  は⑩式から

$$K_2 = 0.8 - \frac{5}{15.99} \approx 0.77$$

と演算され、これがRAM52に記憶される。

- 3) 次にレボルバー71により対物レンズの切換が行なわれて光路上に対物レンズSPHAN APO 40×が挿入されると、第6図のテーブルよりNA=0.95,  $f = 6.5$  が読み出され、またRAM52から

$K_2 = 0.77$  が読み出されるので、⑥式より

$$D/Aデータ = 0.95 \times 2 \times 6.5 \times 0.77 \times 10$$

$$\approx 9.5 \text{ (ビット)}$$

が得られ、D/A変換器110に出力されると同時にRAM52に記憶される。かくして開口絞り77の絞り径は9.5mmに設定される。

さらに調光用のNDフィルターの手動操作による補正を説明すれば、これは操作パネル86のスイッチ94によりCPU51に入力され同様にNDフィルター切換駆動部80によつてNDフィルターの切換が行なわれる。この場合、手動操作による補正係数は⑥式において定数(-30)を以下の如く変化させることにより求められる。

$$1) \text{ 明るくする場合 } (-30) + 4 \times n$$

$$2) \text{ 暗くする場合 } (-30) - 4 \times n$$

ここでnは第10図における光量比のステップ数に相当する。

以上のように照野絞り、開口絞り及びNDフィルターによる調光は手動操作により任意に補正され、一度補正が行なわれるとそのときの補正係数

が記憶されるので、その後対物レンズの切換等が行なわれても常に同じ補正の比率が維持され得る。尚、補正係数は好ましくは適宜手段により初期値にリセットされ得る。

上述の如く実施例で説明したように本発明による顕微鏡は、

- 1) 対物レンズの倍率と種別(開口絞り)とから照明光学系を自動的に制御するようにしたことにより、対物レンズの切換の際に必要な一連の複雑な調整操作から観察者が解放され、さらに操作ミス及び操作忘れが防止され得る。
- 2) 対物レンズの他に、光路が観察系か写真撮影系かを検出して照明光学系を自動的に制御するようにしたことにより、この光路切換による照明光学系の調整操作からも解放され得る。
- 3) 自動制御以外に、マニュアル操作も可能にしていることにより、標本の状態や観察者の好みにより絞り径及び明るさが任意に調整され得る。
- 4) 前記手動操作により補正された絞り径及び明るさが対物レンズの切換、光路の切換等の場合

に同じ補正の比率で自動制御されるようにしたことにより、常に標本の状態や観察者の好みに適した観察像が得られる。

- 5) 手動操作により決定され且つ記憶された補正係数が適宜な手段により初期値にリセットされるようにしたことにより、再補正を行なう場合の操作が容易になる。

という効果を有しており、極めて便利である。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は顕微鏡の光学系の一例を示す概略図、第2図は第1図の顕微鏡のための本発明による制御システムのブロック図、第3図は本発明による顕微鏡の一実施例の制御装置を示す詳細なブロック図、第4図は第3図の制御装置における操作パネルの一例を示す正面図、第5図は対物データテーブルを示す図表、第6図は対物レンズとコンデンサーレンズの対照を示す図表、第7図は光路のFNo. (視野数)を示す図表、第8図は絞り制御のブロック図、第9図はNDフィルターユニットの一例を示す図、第10図はNDフィルターの

組合せによる光量比を示す図表、第11図は光路による光量比 $H_i$ を示す図表、第12図は対物レンズによる光量比 $O_b$ を示す図表、第13図はNDフィルターによる光量比 $ND$ を示す図表、第14図及び第15図は撮像素子上の投影像の補正データ及び補正係数を示すグラフ、第16図は本発明による自動制御のフローチャート、第17図は手動操作の際のスイッチ92, 93の出力を示すグラフである。

代理人 篠原泰司

図1

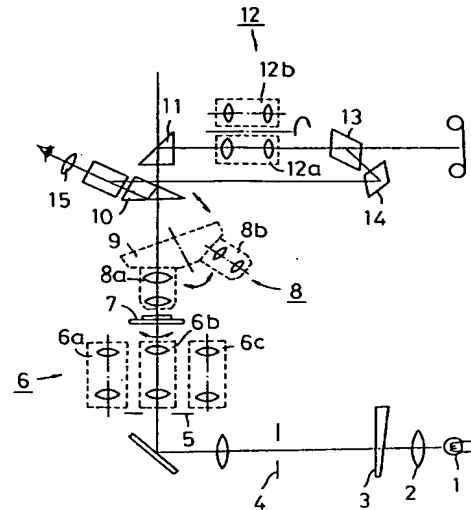
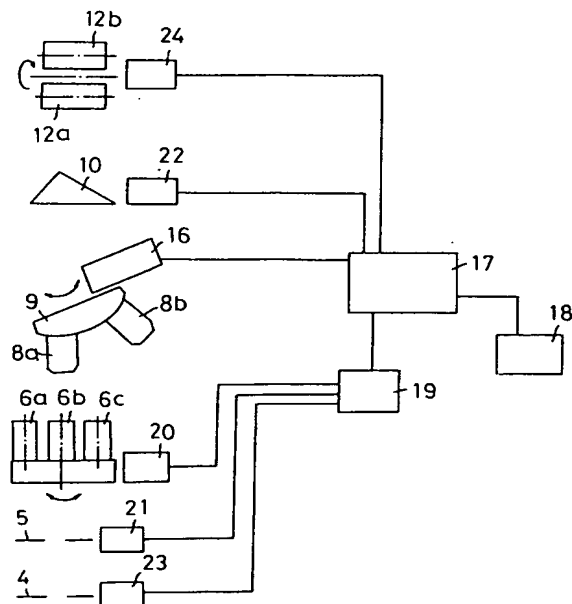


図2



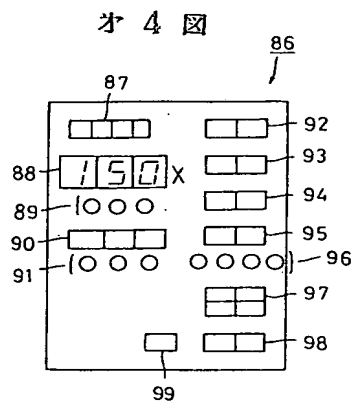
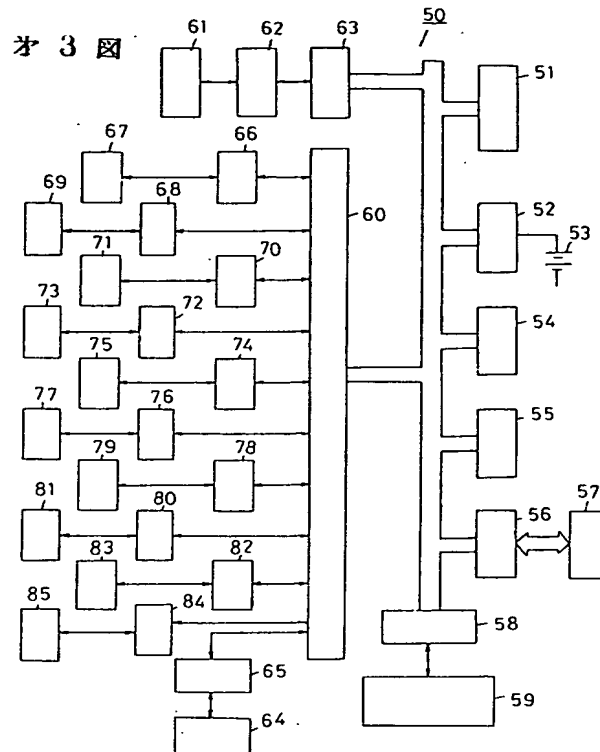


図 5

位置	1	2	3	4	5	6
倍率	1	2	3	4	5	6
種別	A	B	C	D	E	F

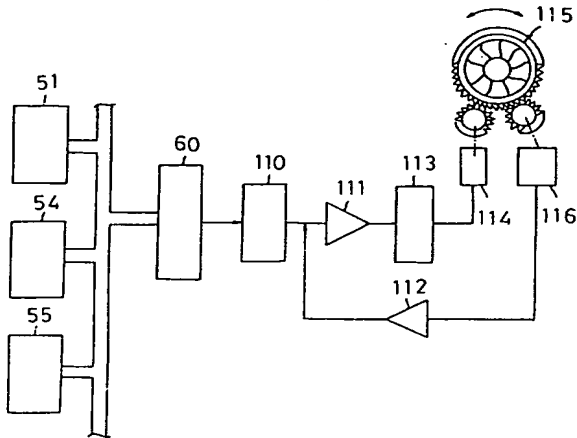
図 6

種別 倍率	NA 値			コンデンサー・レンズ	
	SPLAN APO	SPLAN	DPLAN	焦点距離	FS 投影倍率
1 X	—	0.04	—	61.5	0.68
2	—	0.08	—		
4	0.16	0.13	0.10		
10	0.40	0.30	0.25	12	0.133
20	0.70	0.46	0.40		
40	0.95	0.70	0.65	6.5	0.0722
100	1.40	1.25	1.25		

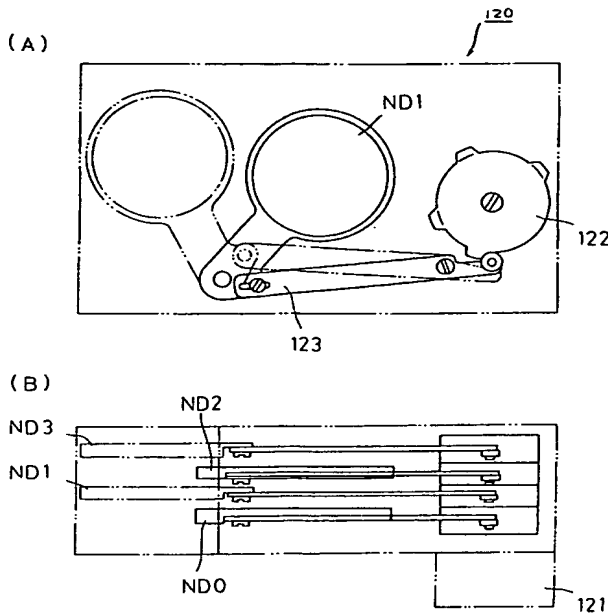
図 7

光路	FNo. (視野数)
B.L.	28
FK 2.5 X	24
• 3.3	18
• 4	15
• 5	12.3

才 8 図



才 9 図



才 10 図

光量比	ND0 (1/2 フィルタ)	ND1 (1/4 フィルタ)	ND2 (1/8 フィルタ)	ND3 (1/16 フィルタ)
1				
1/2	○			
1/4		○		
1/8	○	○		
1/16	○		○	
1/32	○			○
1/64	○	○	○	
1/128	○	○		○
1/256	○		○	○
1/512		○	○	○
1/1024	○	○	○	○

○印はフィルタ・付あり

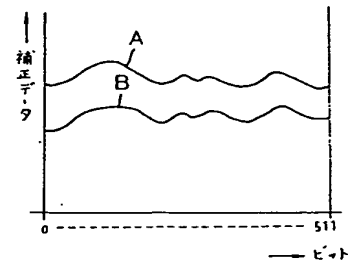
才 11 図

光路	$B_i$	$\log_a B_i$
$B_i 100\%$	1	0
$B_i 20\%$	0.2	-9
FK 2.5%	0.148	-11
• 3.3%	0.0847	-14
• 4%	0.0589	-16
• 5%	0.0371	-19

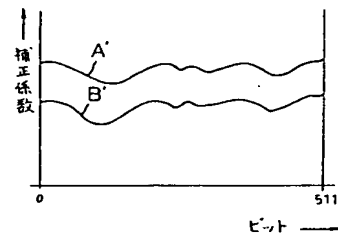
才 12 図

倍率	$\log_a a0b$		
	SPLAN APO	SPLAN	DPLAN
1 <sup>x</sup>	-	3	-
2	-	3	-
4	2	0	-2
10	2	0	-3
20	-1	-4	-6
40	-5	-7	-8
100	-15	-15	-15

オ 14 図



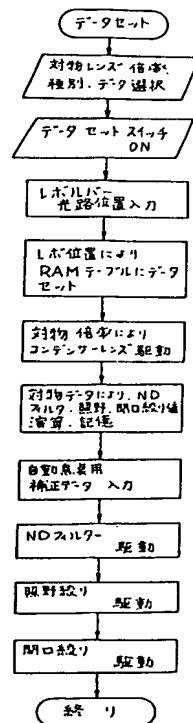
オ 15 図



オ 13 図

ND	$\log a \text{ ND}$
1	$\geq \log a \text{ ND} > -2$
$1/2$	$-2 \geq \text{ " } > -6$
$1/4$	$-6 \geq \text{ " } > -10$
$1/8$	$-10 \geq \text{ " } > -14$
$1/16$	$-14 \geq \text{ " } > -18$
$1/32$	$-18 \geq \text{ " } > -22$
$1/64$	$-22 \geq \text{ " } > -26$
$1/128$	$-26 \geq \text{ " } > -30$
$1/256$	$-30 \geq \text{ " } > -34$
$1/512$	$-34 \geq \text{ " } > -38$
$1/1024$	$-38 \geq \text{ " }$

オ 16 図



オ 17 図

